ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 20551

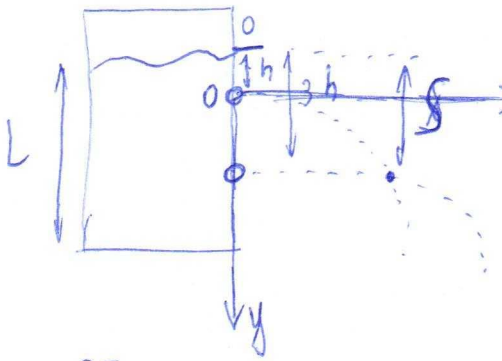
Класс 11 **Вариант** 1 **Дата Олимпиады** 03.03.2018

Площадка написания МГТУ им Н.Э. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	45	55	45	55	55	45	27	Двадцать семь баллов	Буй

№2

Дано:
$h; 3h;$
$L = const$
Найти:
$S - ?$



Решение:

$$P_0 + \frac{\rho v_0^2}{2} + \rho g H = P_0 + \frac{\rho v^2}{2} + \rho g H_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho g H = \frac{\rho v^2}{2} \quad gH = \frac{v^2}{2}.$$

1) Пусть v струи, находящейся на расстоянии h равно v_1, и на расстоянии $3h = v_2$,

Тогда
$$\left.\begin{aligned} gh &= \frac{v_1^2}{2} \\ 3gh &= \frac{v_2^2}{2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} v_1^2 &= 2gh \\ v_2^2 &= 6gh \end{aligned}$$

2) По оси OX: $v_1 t_1 = v_2 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_1}{v_2} \cdot t_1$

По оси OY: $\frac{g t_1^2}{2} = 2h + \frac{g t_2^2}{2}$ ← Точка пересечения в 2-х осях

$$\Rightarrow \frac{g t_1^2}{2} = 2h + \frac{g}{2}\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 t_1^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{g t_1^2}{2}\left(1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2\right) = 2h \Rightarrow \frac{g t_1^2}{2} = \frac{2h \cdot v_2^2}{v_2^2 - v_1^2}$$

3) $$S = \frac{g t_1^2}{2} + h = \frac{2h \cdot v_2^2}{v_2^2 - v_1^2} + h = \frac{2h \cdot 6gh}{2^4 gh} + h = 4h$$

Ответ: $4h$ (+)

55

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 20551

45

N1

Дано:

$R; m;$

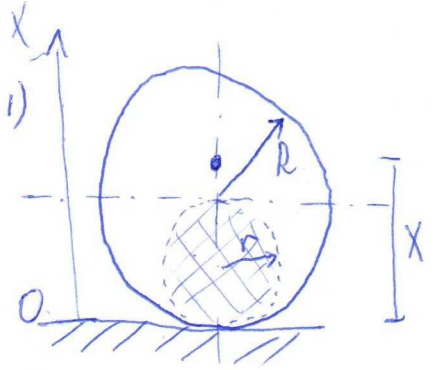
$r=\frac{R}{2};$

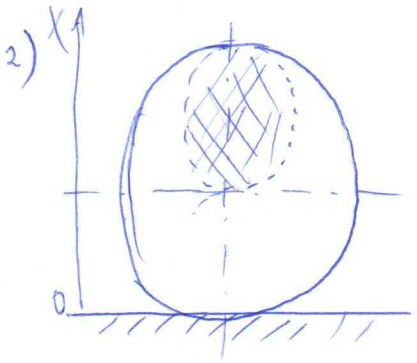
$n=3;$

$L=\pi R$

Найти:

$A-?$





Решение:

1) т.к. $L=\pi R$, то цилиндр повернется лишь на 180°, т.е. часть с более плотным веществом окажется вверху.

2) $\Delta W = A$

$A = W_2 - W_1$

$\Leftarrow \begin{cases} W_2 = m_n g\left(R+\frac{R}{2}\right) + m_1 g(L-X), \text{ где } m_n \text{ - масса более плотной части} \\ W_1 = m_n g \frac{R}{2} + m_1 g X \end{cases}$

m_1 - масса цилиндра с веществом

X - расстояние от поверхности до центра масс по OX у цилиндра с веществом; а $L=2R$

$\Rightarrow A = m_n g\left(R+\frac{R}{2}\right) + m_1 g(2R-x) - m_n g \frac{R}{2} - m_1 g X =$

$= m_n g R + m_1 g(2R-2x) = m_n g R + 2m_1 g(R-x)$

3) Пусть m_i - масса вырезанной части, тогда $\frac{m}{m_i} = \frac{\rho \cdot L \cdot \pi R^2}{\rho \cdot L \cdot \pi R^2 \cdot \frac{1}{4}} = 4 \Rightarrow m_i = \frac{1}{4}m$ и

и $m_1 = m - m_i = \frac{3}{4}m$, тогда $X = \frac{mR - \frac{1}{4}m\frac{R}{2}}{m - \frac{1}{4}m} = \frac{mR\left(1-\frac{1}{8}\right)}{m\left(1-\frac{1}{4}\right)} = \frac{R \cdot 7 \cdot 4^1}{2 \cdot 3} = \frac{7}{6}R$

т.к. $n=3$, то $m_n = 3m_i = \frac{3}{4}m$, тогда $A = \frac{3}{4}mgR + 2\cdot\frac{3}{4}mg\left(R-\frac{7}{6}R\right) = \frac{3}{4}mg\left(R+2R-2\cdot\frac{7}{6}R\right) =$

$= \frac{3}{4}mgR\left(3-\frac{7}{3}\right) = \frac{3}{4}mgR\cdot\frac{2}{3} = \frac{mgR}{2}$

Ответ: $\frac{mgR}{2}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 20551

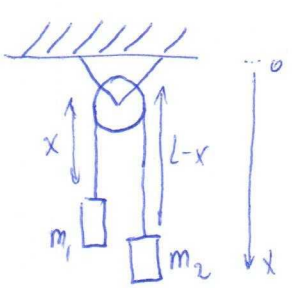
№5

Дано: $m_1; m_2;$

Найти: $a_c - ?$

Решение:

1) Пусть $m_1 > m_2$, L - длина нити



5б

тогда

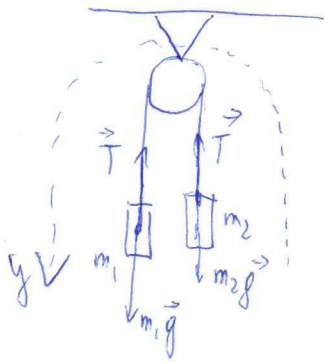
$$X_c = \frac{m_1 x + m_2 (L - x)}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 x + m_2 x + m_2 L}{m_1 + m_2}$$

$$X = \frac{at^2}{2} + X_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow X_c(t) = \frac{m_1 X_0 + m_1 \frac{at^2}{2} - m_2 X_0 - m_2 \frac{at^2}{2} + m_2 L}{m_1 + m_2}$$

$$X_c'(t) = \frac{m_1 at - m_2 at}{m_1 + m_2} \quad \text{и} \quad X_c''(t) = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} a$$

2)



по оу: $m_1 g - T = m_1 a$

$T - m_2 g = m_2 a$ $\Rightarrow \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g = a$, тогда

$$a_y = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2 g$$

Ответ: $\left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2 g$ (+)

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 20551

45

№6

Дано:

$v = 1$ м/с

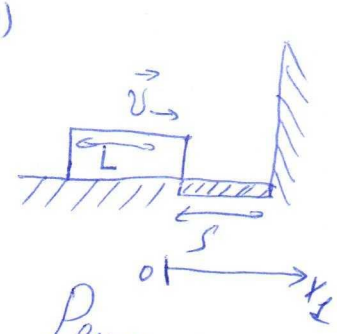
$L = 1{,}5$ м

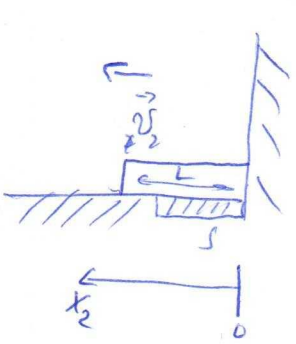
$\mu = 0{,}15$

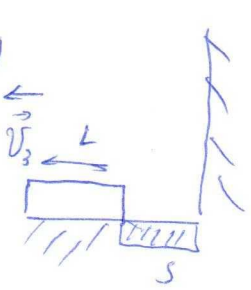
$S = 0{,}5$ м

Найти:

t - ?

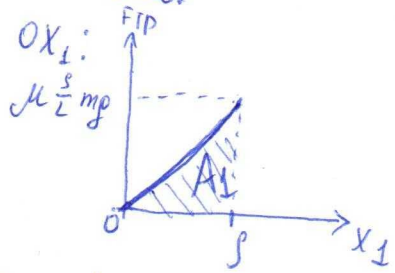






Решение:

1) по OX_1:



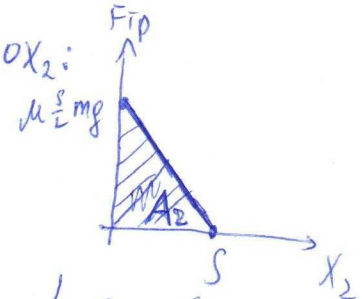
$A_1 = \frac{1}{2} \cdot S \cdot \mu \cdot \frac{S}{L} mg$

$F_{тр\,max} = \mu \frac{S}{L} mg$,

т.к. максимальное

$N = \frac{S}{L} mg$

по OX_2:



$A_2 = \frac{1}{2} \cdot S \cdot \mu \frac{S}{L} mg$

2) Пусть v_2 - скорость после неупругого соударения, а v_3 - скорость после схода с шероховатого участка, тогда

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{1}{2} \cdot S \cdot \mu \cdot \frac{S}{L} mg \Rightarrow v^2 = v_2^2 + \frac{\mu g S^2}{L}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_3^2}{2} + \frac{1}{2} S \mu \frac{S}{L} mg \Rightarrow v_2^2 = v_3^2 + \frac{\mu g S^2}{L}$$

3) $\left.\begin{aligned} a &= \frac{v_{кон} - v_{нач}}{\Delta t} \\ a &= \frac{v_{кон}^2 - v_{нач}^2}{2S} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \Delta t = \frac{(v_{кон} - v_{нач}) \cdot 2S}{(v_{кон} - v_{нач})(v_{кон} + v_{нач})}$, тогда $t = t_1 + t_2 =$

$$= \frac{2S}{v + v_2} + \frac{2S}{v_2 + v_3} = 2S\left(\frac{1}{v + v_2} + \frac{1}{v_2 + v_3}\right) = 2 \cdot S\left(\frac{1}{v + \sqrt{v^2 - \frac{2\mu g S^2}{L}}} + \frac{1}{\sqrt{v^2 - \frac{2\mu g S^2}{L}} + \sqrt{}}\right.$$

$$= 2S\left(\frac{1}{v + \sqrt{v^2 - \frac{2\mu g S^2}{L}}} + \frac{1}{\sqrt{v^2 - \frac{2\mu g S^2}{L}} + \sqrt{v^2 - \frac{2\mu g S^2}{L}}}\right) = \frac{1}{1 + \sqrt{1 - \frac{F_{тр} \cdot 10 : 1 \cdot L}{\frac{100}{2} \cdot \frac{4}{10} \cdot \frac{3}{2}}}} + \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{4}} + \sqrt{1 - \frac{1}{2}}} =$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{3}}{2}} + \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2}{2 + \sqrt{3}} + \frac{2}{\sqrt{3} + \sqrt{2}} \text{ (с)}$$

Ответ: $\frac{2}{2 + \sqrt{3}} + \frac{2}{\sqrt{3} + \sqrt{2}}$

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 20551

№4

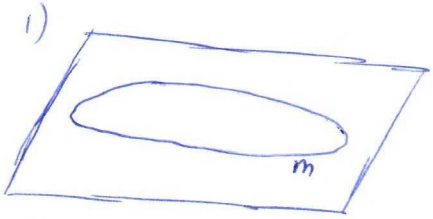
Дано:

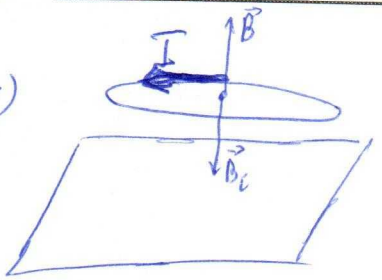
R; m;

I

Найти:

B_i - ?

1) 

2) 

Решение:

1) Горизонтальное магнитное поле никак не влияет на кольцо.

2) $|\vec{B_i}| = |\vec{B}|$ возникает магнитный момент $N = IBS$, где S - площадь кольца.

магнитный момент должен как минимум компенсировать Механический момент $M = mgR$, то есть $IB \cdot \pi R^2 \geq mgR$, крайний случай: $IB\pi R^2 = mgR$,

Тогда $B = \frac{mg}{I\pi R}$, а $\vec{B} \uparrow\downarrow \vec{B_i}$, тогда $B_i = \frac{-mg}{I\pi R}$

Ответ: $-\frac{mg}{I\pi R}$, где "-" показывает направление.

85

№3

Дано:

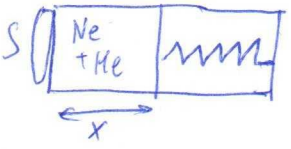
$\nu_{Ne} = 2$ моль

$\nu_{He} = 3$ моль

Найти:

C - ?

Решение:



$C = \frac{Q}{\Delta T}$

Пусть x - деформация пружины, а S - площадь поперечного сечения, ~~тогда~~ а k - жёсткость пружины, тогда $\frac{kx}{S} = \frac{\nu_{Ne} RT}{xS} + \frac{\nu_{He} RT}{xS}$

$kx = \frac{RT}{x}(\nu_{He} + \nu_{Ne}) \Rightarrow$

$Q = \Delta U + A = \left(\frac{i}{2}\nu_{He} R\Delta T + \frac{i}{2}\nu_{Ne} R\Delta T\right) + A$, где $A = P\Delta V = \frac{kx}{S} \cdot Sx =$

$= \frac{RT}{xS}(\nu_{He} + \nu_{Ne}) \cdot Sx = R\Delta T(\nu_{He} + \nu_{Ne}) \Rightarrow Q = R\Delta T\left(\nu_{He} + \nu_{Ne} + \frac{i}{2}\nu_{Ne} + \frac{i}{2}\nu_{He}\right)$, $i = 3, 5, x$ - оси одноатомные,

$\Rightarrow C = R\left(3 + 2 + \frac{3}{2} \cdot 2 + \frac{3}{2} \cdot 3\right) = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot \frac{25}{2}$ моль $\approx 104 \frac{Дж}{К}$

Ответ: $104 \frac{Дж}{К}$

45